



2021年7月16日

配布先：京都大学記者クラブ、滋賀県政記者クラブ、大阪科学・大学記者クラブ、兵庫県教育委員会記者クラブ、神戸民放記者クラブ、文部科学省記者クラブ、環境省記者クラブ、科学記者会、農政クラブ、農林記者会

環境に配慮した農業の普及が生物多様性回復の鍵を握る ～灌漑期の水田濁水によって河川の生物多様性が低下～

【概要】

地球上に生きるさまざまな生物の命を守り、多様な生物から成る豊かな自然の恩恵を人間が受け続けるため、国連は17の持続可能な開発目標の15番目に生物多様性の損失の阻止をあげています。生物多様性の著しい低下が起ることがちなのが、流域の人間活動の影響を受けやすい河川の生態系です。河川の生物多様性を回復するには、流域で営まれる社会・経済活動が生物多様性にどのような影響を及ぼすか評価し、その評価に基づいて改善策を探ることが役に立ちます。

そうした中、総合地球環境学研究所（地球研）を中心とした日本・台湾・フィリピンの国際共同研究チームは、琵琶湖の最大流入河川である野洲川を対象とした大規模な生物多様性観測調査を実施し、灌漑期に水田から排出される濁水に含まれる懸濁態リン※1が河川の底生動物の多様性を低下させる主要因であることを明らかにしました。この結果は、水田自体が生物多様性の低下を招くことを示すわけではありません。生物多様性は、近年、水田の生産効率を上げるために灌漑様式が近代化され、水を豊富に使えるようになって濁水発生量が増加したことにより低下したと考えられるため、環境に配慮した農業を普及させれば回復すると期待されます。

本成果は、2019年度に終了した地球研プロジェクト「生物多様性が駆動する栄養循環と流域圏社会-生態システムの健全性」における研究結果をまとめたもので、2021年5月16日付で「ECOSPHERE」誌に掲載されました。

【研究の背景】

生物多様性の減少は、地球規模で急速に進行しています。特に、流域の人間活動の影響を受けやすい河川や湖沼などの淡水生態系は、生物多様性の減少が著しい生態系の1つです。先進国の流域では、下水道の普及によって生活・産業由来のリン・窒素の流入が大幅に削減されたことにより、農業由来のリン・窒素の影響が相対的に増大しつつあります。こうした社会・経済活動が淡水生態系に及ぼす影響を評価することは、生物多様性を回復する方策を探るための基礎となりますが、影響は複雑なため、個々の活動が河川環境や生物多様性をどのように改変するか評価することは容易ではありません。

土地利用の中でも水田については、湿地生物の生物多様性を育むことが知られている一方で、圃場・灌漑整備、農薬・化学肥料の使用など生産効率の向上を目的とした農業の近代化により、水田の排水の量や性質が変化していることから、排水が流入する河川の生態系や生物多様性に及ぼす影



響が懸念されています。特に、琵琶湖流域では、灌漑期に水田から排出される濁水が河川の生態系に及ぼす影響が問題視されてきましたが、その全貌はよくわかっていませんでした。

【研究の目的】

そのような背景から、地球研の奥田昇客員教授（神戸大学・内海域環境教育研究センター・集水域分野教授）、台湾国立大学・漁業科学研究所の柯桂吟副教授（元・地球研共同研究員）ら日本・台湾・フィリピンの国際共同研究チームは、琵琶湖の最大流入河川である野洲川を対象とし、流域の社会・経済活動の基盤をなす土地利用が、河川生態系の物理・化学・生物環境および底生動物の多様性に及ぼす影響を評価することをめざしました。

【研究の方法】

研究チームは、野洲川流域で大規模な生物多様性観測調査を実施しました。上流から下流まで土地利用形態の異なる 30 の亜流域に観測定点を設け、灌漑期と非灌漑期に河川環境と底生動物の観測調査を実施しました。河川環境としては、水温、リン酸・硝酸濃度、懸濁態リン濃度など 11 項目を測定し、底生動物としては、水生昆虫や貝類、甲殻類、ミミズ類などの種数と個体数を定点ごとに調べました。

この調査で得られたデータ（河川環境の測定値や底生動物の種数・多様度指数※2 など）と、流域の各種土地利用形態との関係を解析しました。解析には、土地利用が河川環境や生物多様性に及ぼす影響を因果関係に基づいて推定する「構造方程式モデリング」という統計手法を用いました。

【研究の成果と考察】

研究チームは、野洲川流域の主要な土地利用形態である、森林・都市（主に宅地・工業用地）・農地（主に水田）のそれぞれが河川環境と生物多様性にどのような影響を与えるか解析しました（図 1）。その結果、森林は河川水温の変化を介して生物多様性を変化させることが明らかになりました。また、都市はリン酸・硝酸濃度の上昇および河床藻類のクロロフィル濃度の上昇を介して生物多様性を低下させる効果が非灌漑期のみ検出されましたが、都市化による河川の富栄養化の影響で生物多様性が低下する効果は限定的でした。これは、野洲川流域に下水道インフラが整備されているためと考えられます。

一方、農地（主に水田）は、灌漑期に懸濁態リンの増加を介して底生動物の種数や多様度指数を顕著に低下させ、河川の生物多様性低下の主要因であると結論づけられました（図 2）。懸濁態リンが増加すると、ミミズ類やユスリカ類など水質悪化に耐性のある生物の個体数が増える一方、それ以外の生物種数や個体数が減少することで多様性が低下することがわかりました。

琵琶湖流域では、灌漑期に水田から排出される濁水が河川の生態系に及ぼす影響が問題視されてきましたが、本研究は改めてその生態学的なインパクトを科学的に評価することに成功しました。しかし、この研究結果は、必ずしも水田自体が生物多様性低下の原因であることを意味しません。琵琶湖流域の水田面積は年々減少しているにもかかわらず、底生動物の多様性も長期的には低下傾向を示しています。1972年に始まった琵琶湖総合開発事業では、大規模な圃場・灌漑整備が実施さ



れました。これにより、琵琶湖流域では農業用水を豊富に利用できるようになり、生産効率が向上しましたが、一方で水田からの濁水発生量が増加しました。それに伴って懸濁態リンの排出量も増加し、生物多様性の低下という負の側面をもたらしたと考えられます。

現在、滋賀県では、水田濁水の発生を抑制する環境に配慮した農業を支援する農業政策が推進されています。また、我々の先行研究では、冬も水田に水を張っておく農法（冬水田んぼ）を実践することにより、代掻き時に水田から排出されるリンを抑制する効果があることを報告しています。このような環境配慮型農業の活動の輪が流域全体に広がれば、河川の生物多様性が回復すると期待されます。

【まとめと政策提言】

下水道インフラが整備された流域では、生活・産業負荷が河川の生物多様性に及ぼす影響は限定的である一方、灌漑期に水田から排出される濁水が生物多様性低下の主要因となることを科学的に明らかにしました。河川の生物多様性を回復するには、環境配慮型農業を支援する政策や社会協働の仕組みが有効であると示唆されました。

【用語説明】

※1 懸濁態リン

水に溶けず微細な粒子として浮遊しているリン

※2 多様性指数

生物多様性の評価に用いられる指数。「種の豊富さ」と「均等度」の両方を表すもので、観察された生物種の総個体数やそれぞれの種の個体数などを用いて算出される。

【論文情報】

掲載紙：ECOSPHERE

オンライン掲載日：2020年5月16日

タイトル：Rice paddy irrigation seasonally impacts stream benthic macroinvertebrate diversity at the catchment level

著者：Ko, C, S. Asano, M. Lin, T. Ikeya, E. M. Peralta, E. M. C. Triño, Y. Uehara, T. Ishida, T. Iwata, I. Tayasu, N. Okuda

主要著者：柯桂吟、2020年3月まで地球研・栄養循環プロジェクト・共同研究員、現在、国立臺灣大学・漁業科学研究所・副教授。奥田昇、2020年3月まで地球研・栄養循環プロジェクト・准教授。同年10月から神戸大学・内海域環境教育研究センター・教授。

DOI：<https://doi.org/10.1002/ecs2.3468>



図1 今回の研究の概要。野洲川の30箇所に観測定点を設けて生物多様性観測を行い、生物多様性が土地利用から受ける影響を解析した。

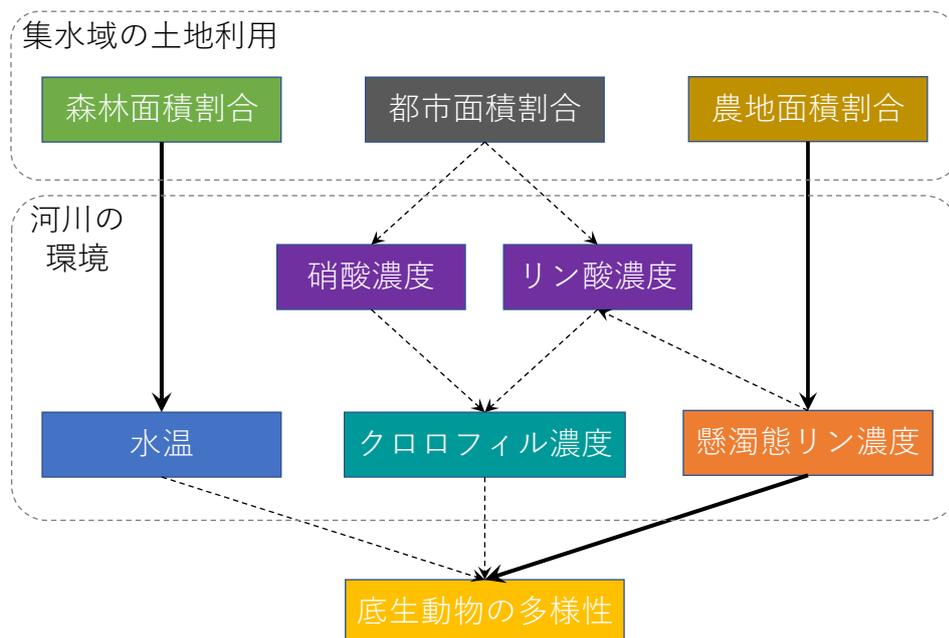


図 2 流域の各種土地利用が河川生態系の物理・化学・生物環境の改変を介して底生動物の多様性（種数）に及ぼす影響を表した相関図（灌漑期の解析結果の一例を示す）

【問い合わせ先】

（広報に関すること）

大学共同利用機関法人 人間文化研究機構 総合地球環境学研究所 広報室

准教授 岡田 小枝子

075-707-2450

kikaku[at]chikyuu.ac.jp

神戸大学総務部広報課

078-803-6678

ppr-kouhoushitsu[at]office.kobe-u.ac.jp

*[at]を@に置き換えてください